

Prof. dr hab. inż. Andrzej Tomporowski
Wydział Inżynierii Mechanicznej
Politechnika Bydgoska im. J. J. Śniadeckich

OPINIA

o rozprawie doktorskiej mgr. inż. Borysa Adamiaka
pt. „*Ocena mobilnych systemów badania emisji spalin w warunkach laboratoryjnych na hamowni podwoziowej*”

Promotor rozprawy: prof. dr hab. inż. Jerzy Merkisz, Politechnika Poznańska

Promotor pomocniczy: dr inż. Andrzej Szczotka

Dziedzina: Nauki Inżynieryjno-Techniczne

Dyscyplina: Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport

Podstawę opracowania opinii stanowią następujące dokumenty:

- pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej, Prof. dr. hab. inż. Jacka Pielechy (RD/d/12/03/2024), z dnia 29 października 2024 r.,
- rozprawa doktorska autorstwa mgr. inż. Borysa Adamiaka, pt. „*Ocena mobilnych systemów badania emisji spalin w warunkach laboratoryjnych na hamowni podwoziowej*”,
- obowiązująca Ustawa Prawo o szkolnictwie Wyższym i Nauce.

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRACY

Rozprawa doktorska mgr. inż. Borysa Adamiaka obejmuje problematykę badań emisji spalin w pojazdach samochodowych. Przedstawiony do oceny maszynopis sporządzono zgodnie ze standardami przyjętymi dla rozpraw doktorskich, z tradycyjnym podziałem treści obejmującym wprowadzenie do tematu wraz z przeglądem literatury, cel i problem badań, część poświęconą badaniom własnym z opisem metod badań, wynikami i ich analizą oraz podsumowaniem. Całość rozważań zawarto na 149 stronach w sześciu rozdziałach uzupełnionych o streszczenie w języku polskim i angielskim, wykaz najważniejszych oznaczeń, definicje najważniejszych pojęć, spis treści i spis wykorzystanej literatury. Należy podkreślić, że ponad 75% pracy stanowi obszerny opis prac badawczych zrealizowanych przez Autora.

Praca ma charakter studialno-eksperymentalny, a poruszane w niej zagadnienia problemowo obejmują teoretyczne i praktyczne kwestie ograniczania niekorzystnych następstw środowiskowych generowanych przez samochodowe systemy transportu, metodami weryfikacji eksperymentalnej z zastosowaniem technik i procedur laboratoryjnych oraz mobilnych analizy emisji spalin. Efektem przeprowadzonych badań są wnioski i zalecenia dla rozwoju, poprawy, optymalizacji funkcjonalnej, użytkowej, jakości i dokładności pomiarów systemów oceny emisji spalin, stanowiących istotny element procesu eksploatacyjnej weryfikacji środowiskowej nieszkodliwości środków transportu, w szczególności zaś pojazdów samochodowych. Treści zawarte w rozprawie wpisują się zatem w obszar tematyczny dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Pod względem technicznym, edytorskim i formalnym, dysertacja została przygotowana poprawnie. Zastosowano przejrzysty, logicznie spójny i uporządkowany podział treści i odpowiedni dla tekstów naukowych układ. Styl i język zastosowany w rozprawie są poprawne, choć zdarzają się pewne niedoskonałości i drobne błędy, które wskażę w dalszej części opinii. Zgromadzony i zamieszczony materiał graficzny (rysunki, ilustracje, fotografie) oraz tabelaryczny zostały poprawnie dobrane, można mieć jednak pewne zastrzeżenia co do jakości i czytelności niektórych rysunków, np. 2.1., 2.5., 2.7, 4.6. **W ogólności, poprzez przygotowanie dysertacji Autor wykazał, że opanował technikę pisania tekstu naukowych, zna, rozumie i poprawnie posługuje się terminologią fachową stosowaną w naukach inżynieryjno-technicznych w odniesieniu do problematyki podjętej w rozprawie.**

2. WYBÓR TEMATU ROZPRAWY

Dysertacja problemowo obejmuje zagadnienia oceny i ograniczania nieszkodliwości działania systemów transportowych, a w szczególności dotyczy badań systemów pomiaru emisji spalin ukierunkowanych na eksperymentalną weryfikację i doskonalenie użyteczności, efektywności, jakości i wiarygodności działania mobilnych systemów pomiarowych emisji spalin wykorzystywanych do badania spełniania norm emisji związków szkodliwych (tlenku węgla, tlenków azotu, dwutlenku węgla oraz liczby cząstek stałych) przez samochody osobowe w warunkach rzeczywistej jazdy, a nie jedynie w warunkach laboratoryjnych.

Rozwój cywilizacyjny i gospodarczy spowodował znaczący wzrost liczby użytkowanych pojazdów o napędzie spalinowym. Spalanie mieszanek paliwowych w silnikach spalinowych przyczynia się jednak do powstawania szkodliwych substancji, które powodują pogorszenie jakości powietrza i w dalszej perspektywie jakości środowiska naturalnego oraz jakości życia społeczeństwa. W konsekwencji przyjętych dyrektyw i rozporządzeń Unii Europejskiej mających na celu ograniczenie emisji szkodliwych substancji i powstrzymanie zmian klimatu, przy jednoczesnym zachowaniu tempa rozwoju gospodarczego wprowadzono obostrzenia w zakresie norm emisji spalin dla silników spalinowych, które z roku na rok są coraz bardziej restrykcyjne. Wymusza to na producentach wprowadzanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych silników, a co z tym związane nowych, skutecznych, wiarygodnych, powtarzalnych metod oznaczania emisji spalin po pierwsze w warunkach laboratoryjnych dla silników i układów napędowych, ale także od 2019 r., w warunkach rzeczywistej jazdy pojazdów spalinowych. Warunki rzeczywiste jazdy różnią się znacząco od warunków laboratoryjnych, stąd wyniki pomiarów emisji spalin w laboratoriach, z wykorzystaniem., np. hamowni podwoziowych przyjmują wartości niższe, odbiegające od tych otrzymywanych z pomiarów w czasie jazdy. W świetle obowiązujących przepisów, wskazania i wartości emisji w czasie jazdy są także jednym z kryteriów homologacji samochodów, które ponadto powinny być walidowane w warunkach laboratoryjnych.

Problematyka podjęta w rozprawie odpowiada zatem na aktualne potrzeby weryfikacji skuteczności działania mobilnych systemów pomiarowych emisji spalin w kontekście prawidłowości wskazań wielkości emisji, szczególnie biorąc pod uwagę różne metody analizy stosowane przez różnych producentów systemów mobilnych. Poruszana tematyka jest istotna z punktu widzenia rozwoju, unowocześniania i doskonalenia rozwiązań systemów transportowych - w zakresie badań i pomiarów emisji spalin, w tym działań badawczo-rozwojowych z korzyścią nie tylko w obszarze technicznym, ale także społecznym i gospodarczym.

Należy zatem stwierdzić, że Autor podjął się ważnego, ambitnego, aczkolwiek pracochłonnego problemu wymagającego gruntownej wiedzy w zakresie aktualnych norm i procedur pomiaru emisji szkodliwych substancji ze spalania paliw a także przeprowadzenia obszernych badań eksperymentalnych i analiz statystycznych do oceny, weryfikacji adekwatności i skuteczności działania mobilnych systemów pomiarowych emisji spalin na potrzeby ograniczania szkodliwości środowiskowej sektora transportu.

Mając na uwadze powyższe, stwierdzam, że problematyka podjęta w rozprawie doktorskiej jest ważna i aktualna z punktu widzenia środowiskowego rozwoju sektora transportu i ograniczania jego emisyjności i mieści się w obszarze zagadnień naukowych dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport. W mojej ocenie Kandydat słusznie zweryfikował aktualny stan wiedzy i określił potrzebę badań i analiz mobilnych systemów pomiaru emisji spalin, w konsekwencji właściwie i jasno sformułował cel, problem badań i zadania szczegółowe niezbędne do jego realizacji.

3. OCENA MERYTORYCZNA

W rozprawie naukowej podjęto problematykę emisyjności środków transportu, w szczególności problem badań i pomiarów emisji spalin na specjalistycznych stanowiskach pomiarowych i z wykorzystaniem systemów mobilnych. Obecnie badania składu i poziomów emisji spalin, jak wskazał słusznie Doktorant, są podstawą homologacji typu pojazdów, a limity emisji

odpowiadające kolejnym standardom począwszy od Euro 1 do obowiązującej Euro 6 są coraz bardziej restrykcyjne. Autor trafnie przytacza argumenty podjęcia tematu weryfikacji wskazań systemów mobilnych w świetle przepisów nakładających badania emisji spalin w czasie jazdy i określających limity dopuszczalnych różnic względnych i bezwzględnych poziomów emisji uzyskanych za pomocą systemów mobilnych (PEMS) i systemów laboratoryjnych na hamowniach podwoziowych. Świadczy to o świadomości Doktoranta na temat aktualnych, istotnych problemów i wyzwań naukowych w zakresie rozwoju niskoemisyjnego transportu. Na podstawie przeprowadzonej analizy literatury Autor trafnie wskazuje na potrzebę realizacji tematu rozprawy i właściwie identyfikuje istniejące braki w obecnym stanie wiedzy.

Przyczyny realizacji podjętej problematyki zostały wskazane przez mgr inż. Borysa Adamiaka głównie w rozdziale pierwszym (Wprowadzenie) ale także w rozdziale drugim zawierającym analizę obecnego stanu wiedzy i techniki w zakresie pomiarów emisji spalin w systemach mobilnych. Za podstawę realizacji pracy Doktorant słusznie wskazał konieczność realizacji badań poziomów emisji spalin w pojazdach samochodowych w czasie jazdy z wykorzystaniem systemów mobilnych, które muszą być odpowiednio kalibrowane, a ich wskazania walidowane w oparciu o wskazania systemów laboratoryjnych. W części analizy literaturowej wskazał także na wiele rozwiązań systemów mobilnych i wymagań im stawianych, co utrudnia weryfikację i porównywanie wskazań różnych systemów. W mojej ocenie, stało się to główną motywacją Autora do podjęcia problemu badawczego, choć nie zostało to wprost sformułowane w tekście pracy.

Po krótkim naświetleniu genezy pracy i problematyki badań Doktorant w rozdziale drugim dokonał analizy stanu wiedzy i techniki w obszarze rozwiązywanego problemu badawczego. Analiza ta obejmowała podstawy prawne badań emisji spalin, istotę badań emisji spalin w rzeczywistych warunkach jezdnych oraz przegląd aktualnych metod badań emisji spalin w warunkach laboratoryjnych i podczas jazdy za pomocą systemów mobilnych. W tej części pracy bardzo szczegółowo, w moim odczuciu nawet nazbyt szczegółowo, omówiono aspekty prawne oznaczania poziomów emisji spalin i rys historyczny rozwoju norm emisji spalin Euro 1, aż do przyszłej Euro 7, po czym syntetycznie przedstawiono istotę pomiarów spalin w warunkach jazdy. W tym miejscu obszernie scharakteryzowano systemy badań emisji spalin, zarówno laboratoryjne jak i mobilne. W moim przekonaniu, o ile trafnie zilustrowano genezę i kontekst badań, a także szeroką wiedzę i znajomość zagadnień problemowych przez Doktoranta, to zbyt pobieżnie potraktowano przegląd literatury i dotychczasowych dokonań naukowych w przedstawionym obszarze. Bardziej obszerna i krytyczna analiza literatury, mając na uwadze charakter pracy, uwypukliłaby elementy nowości zawarte w niniejszej rozprawie i zidentyfikowane przestrzenie wiedzy wymagające uzupełnienia.

Po analizie literatury, w rozdziale trzecim, Doktorant sformułował cel główny pracy, siedem celów szczegółowych stanowiących zadania badawcze niezbędne do realizacji celu głównego, problem badawczy oraz hipotezę badawczą. Cel pracy stanowiła ocena mobilnych systemów emisji spalin w warunkach laboratoryjnych na podstawie przyjętego głównego kryterium oceny: dokładności wskazań. Cele szczegółowe obejmowały:

- przegląd aktualnego stanu wiedzy i techniki dotyczących zagadnień prawnych, wymagań i metod badań emisji spalin za pomocą systemów mobilnych i laboratoryjnych,
- opracowanie metodyki weryfikacji dokładności mobilnych systemów pomiarowych w warunkach laboratoryjnych,
- przyjęcie i scharakteryzowanie obiektów badań,
- analizę porównawczą wyników badań emisji spalin z systemów laboratoryjnych,
- analizę porównawczą wyników badań emisji spalin za pomocą systemów mobilnych,
- analizę porównawczą wyników badań emisji spalin z systemów mobilnych i laboratoryjnych,
- sformułowanie wniosków i określenie dalszych kierunków badań.

W tym miejscu Autor sformułował problem badawczy w postaci pytania: *„Jakie kryteria, modele i wskaźniki są niezbędne do przeprowadzenia oceny dokładności pomiarów dwóch różnych mobilnych systemów do pomiaru emisji związków szkodliwych spalin?”* oraz hipotezę badawczą *„Systemy mobilne przeznaczone do pomiarów limitowanych związków szkodliwych w spalinach*

pozwalają na przeprowadzenie wiarygodnych badań emisji, a otrzymane wyniki są porównywalne do tych uzyskiwanych podczas analiz z wykorzystaniem systemów laboratoryjnych”, które uważam zostały poprawnie i adekwatnie skonstruowane, biorąc pod uwagę treści celu głównego i celów szczegółowych. W rozdziale trzecim Doktorant jasno nakreślił także zakres metodologiczny i sposoby osiągnięcia zakładanych celów, które w mojej opinii, doprowadziły skutecznie do realizacji zamierzeń zawartych w rozprawie. **Podsumowując, stwierdzam, że przedstawione cele, problem, hipotezy i zakres merytoryczny pracy nie budzą zastrzeżeń i są adekwatne dla rozważań naukowych określonych w temacie rozprawy.**

Dalsza część pracy poświęcona została realizacji celu badań i rozwiązaniu problemu badawczego. W rozdziale 4 Doktorant scharakteryzował obiekty badań, przyjęte metody badań i wykorzystane instrumentarium badawcze. Badania emisji spalin przeprowadzono na przykładzie dwóch samochodów (Fiata 500 i VW Golfa IV) z wykorzystaniem dwóch systemów laboratoryjnych z hamownią podwoziową i dwóch systemów mobilnych oznaczając poziom emisji tlenku węgla, dwutlenku węgla, tlenku azotu, tlenków azotu, węglowodorów i cząstek stałych uwzględniając różne temperatury otoczenia (14°C i 23°C) zgodnie z wymaganiami dla testu WLTC oraz różne temperatury w układzie silnika, przy tzw. zimnym i ciepłym rozruchu. W ocenie przydatności mobilnych systemów pomiarowych wykorzystano średnie wartości emisji spalin w danym czasie pomiaru, wartości niepewności typu A oraz różnice względne i bezwzględne wskazań systemów mobilnych i laboratoryjnych. **Opracowana i zaprezentowana autorska, oryginalna metodyka badań świadczy o wiedzy w zakresie norm i procedur badań emisji spalin oraz umiejętności Doktoranta do dojrzałego planowania eksperymentów na potrzeby rozwiązywania problemów naukowych, a skutecznie zrealizowane badania potwierdzają merytoryczną poprawność przyjętych założeń i zaproponowanego toku postępowania.** O ile poprawność merytoryczna przyjętych metod, środków i sposobów realizacji badań nie budzi zastrzeżeń, a wręcz wnosi pewne nowatorskie podejście do weryfikacji mobilnych systemów pomiarowych, to pewien niedosyt budzi kwestia dokumentacji i prezentacji wykorzystanych metod. Doktorant odniósł się tutaj bardzo syntetycznie, miejscami ogólnie, do opisu warunków prowadzenia eksperymentu i przesłanek jakimi się kierował w ich doborze, co w moim odczuciu wynika z gruntownej wiedzy Doktoranta i traktowania pewnych informacji, sformułowań jako oczywiste. W dalszej części recenzji poproszę Doktoranta o odniesienie się, uzupełnienie pewnych kwestii, które moim zdaniem wymagają komentarza, doprecyzowania.

Rozdział piąty stanowi efekt realizacji autorskiej metodyki i dokumentację wyników badań eksperymentalnych mających na celu weryfikację dokładności pomiarów poziomu emisji spalin w systemach mobilnych. Jest to najbardziej obszerny element ocenianej rozprawy, w którym szczegółowo zrelacjonowano osiągnięcia naukowe, poparte bogatym materiałem ilustracyjnym, co podkreśla duży nakład pracy Autora. Doktorant potwierdził tym samym umiejętności analityczne i swobodę w zarządzaniu znaczną ilością danych badawczych, w tym ich czytelnej prezentacji.

W pierwszym etapie, rozdział 5.1, mgr inż. Borys Adamiak dokonał oceny laboratoryjnych systemów pomiarowych dla samochodu wzorcowego i wykazał, że wyniki pomiarów emisji spalin uzyskane za pomocą obu systemów są zbieżne, co dowodzi wiarygodności otrzymanych rezultatów i stanowi punkt odniesienia do dalszych analiz weryfikacyjnych systemów mobilnych. Dyskusyjne jest, w mojej ocenie, umieszczenie w tej części relacji wyników badań opisu wyznaczanych wielkości statystycznych. Lepiej prezentowałyby się one w rozdziale dotyczącym metodyki badań.

Dalsza część rozdziału piątego poświęcona jest właściwej analizie i ocenie mobilnych systemów pomiarowych i analizie porównawczej pomiędzy wskazaniem wartości emisji spalin przez systemy laboratoryjne i pomiarowe. Doktorant wykazał, że systemy mobilne wykazują się mniejszą dokładnością i powtarzalnością pomiarów emisji szkodliwych substancji w porównaniu do systemów laboratoryjnych. Wywnioskował także, dzięki konsekwentnie zrealizowanej autorskiej metodyce badań, że: (1) metoda pomiaru stosowana w systemach laboratoryjnych wpływa na ocenę systemów mobilnych – wyniki pomiarów z systemów mobilnych są bliższe wartościom emisji spalin uzyskanych w warunkach pomiaru ciągłego na laboratoryjnej hamowni podwoziowej, (2) temperatura otoczenia nie wpływa na dokładność pomiaru emisji spalin, (3) systemy mobilne charakteryzują się większą dokładnością pomiaru emisji węglowodorów, tlenku węgla, tlenków azotu w warunkach „zimnego

rozruchu” silnika. Należy tutaj podkreślić logiczność wywodów i ich usystematyzowanie. Opisany materiał dostarcza wielu ciekawych i ważnych spostrzeżeń zarówno z punktu widzenia naukowego jak i aplikacyjnego w obszarze doskonalenia systemów pomiarowych i kształtowania niskoemisyjnych środków transportu. Jako pewną niedoskonałość, muszę niestety wskazać bardzo pobieżną dyskusję wyników. Dogłębna analiza ułatwiłaby interpretację bogatego materiału wynikowego i uwypukliła osiągnięte efekty rozprawy.

Całość rozważań zakończył podsumowaniem i wnioskami. Doktorant słusznie i trafnie podsumował osiągnięcia rozprawy, wskazując na osiągnięcie założonych celów poprzez metodyczne i konsekwentne zrealizowanie metodyki i planu badań. Zawarte we wnioskach ogólnych i szczegółowych stwierdzenia i sformułowania mają cenny charakter poznawczy i aplikacyjny dla rozwoju nowych układów zasilania, poprawy jakości i dokładności systemów mobilnych, a zaproponowana procedura badawcza może być z powodzeniem wykorzystana w przedsiębiorstwach. Wartym zauważenia są wskazane przez Kandydata wnioski i kierunki dalszych badań, które potwierdzają jego dojrzałość i gotowość do kreowania i rozwiązywania problemów badawczych i badawczo-rozwojowych.

W dysertacji Autor powołał się na 113 pozycji literaturowych, na co składają się artykuły naukowe, normy branżowe, akty prawne, dokumentacje techniczne i źródła internetowe bezpośrednio związane z tematyką rozprawy. Przeważającą większość stanowią publikacje prezentujące aktualny stan wiedzy, nie starsze niż 5 lat. Pewne zastrzeżenia budzi niejednorodność w stylu opisów bibliograficznych przywoływanych pozycji literaturowych i brak konsekwencji w cytowaniu źródeł. Spis literatury nie został sporządzony alfabetycznie, co sugerowałoby, że pozycje literaturowe będą przywoływane w kolejności pojawiania się w tekście, tj. od [1] rosnąco, jednak jako pierwsze pojawiają się cytowania pozycji, np. [108] i [103] (str. 8). Niestety, w tekście pracy nie zamieszczono powołań na wszystkie pozycje literaturowe – brak powołań na pozycje 3, 8, 15, 18, 31, 35.

Podsumowując, stwierdzam, że Doktorant osiągnął z powodzeniem cele pracy i pozytywnie zweryfikował postawioną hipotezę badawczą poprzez opracowanie oryginalnej metodyki oceny mobilnych systemów transportowych i jej konsekwentną realizację w obszernych badaniach eksperymentalnych. Zakres merytoryczny i przedstawione w rozprawie treści w pełni odpowiadają tematowi zawartemu w tytule. Zarówno sposób prezentacji, jak i metodyka badań została dobrana poprawnie i adekwatnie do założonych celów i charakteru przedmiotowego opracowania naukowego. Tym samym Doktorant potwierdził kompleksową wiedzę w zakresie podjętej problematyki i umiejętności dojrzałego, samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemów naukowych.

Uzyskane wyniki mają istotne znaczenie dla rozwoju dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport. Zaproponowana w rozprawie metodyka badań i uzyskane wyniki badań eksperymentalnych wnoszą elementy nowej wiedzy w obszarze eksploatacji i podstaw projektowania mobilnych systemów emisji spalin, co z kolei przyczyni się do rozwoju nowych i doskonalenia istniejących układów napędowych pojazdów samochodowych w zakresie spełniania przez nie wymagań wysokiej efektywności energetycznej i niskiej emisyjności. Podjęta problematyka doskonale wpisuje się zatem w aktualne trendy i potrzeby sektora transportowego ukierunkowanego na ograniczanie emisyjności i zapotrzebowania energetycznego, przede wszystkim energii pochodzącej z paliw kopalnych. Zaprezentowane w rozprawie osiągnięcia mają charakter zarówno naukowy, podstawowy wyjaśniający pewne zjawiska w obszarze pomiaru emisji spalin, a przede wszystkim użyteczny nakierunkowany na wykorzystanie w przemyśle, czym wzbogacają aktualny stan wiedzy z zakresu systemów transportowych.

4. UWAGI

Oceniana rozprawa doktorska stanowi cenny materiał naukowy pod względem poznawczo-aplikacyjnym. Zawarto w niej wiele interesujących i przydatnych w dalszym rozwoju mobilnych systemów pomiarowych wyników badań. W tekście pracy, pomimo wartościowych treści merytorycznych, znajdują się pewne niedoskonałości natury redakcyjnej jak i pewne elementy

wymagające wyjaśnienia/uzupełnienia. Proszę zatem Autora o wyjaśnienie/doprecyzowanie przedstawionych poniżej treści:

- a) Na stronie 49 rozprawy wskazano: „Do wyznaczenia emisji związków szkodliwych spalin systemy mobilne wykorzystują dane z systemów OBD pojazdów. Podczas testów dane te były odczytywane na bieżąco przez jeden system mobilny z uwagi na zakłócenia w akwizycji przy podłączeniu dwóch systemów mobilnych. Następnie dane te zostały przekonwertowane na odpowiedni format i za ich pomocą została obliczona emisja spalin z drugiego systemu mobilnego. Wyniki badań tlenku węgla, węglowodorów, tlenków azotu, dwutlenku węgla oraz liczby cząstek stałych były obliczane przez oprogramowanie systemów dzięki dokonywanym pomiarom stężenia.”. W mojej opinii powyższe sformułowania są bardzo ogólne w kontekście konwersji i prawidłowego odczytu danych pomiarowych przez systemy mobilne. Poproszę o wyjaśnienie w jakich formatach odczytywane były dane surowe i na jaki format konwertowane. W jaki sposób została obliczona emisja spalin w drugim systemie mobilnym? W jaki sposób obliczane są wielkości emisji substancji na podstawie pomiarów stężenia?
- b) W rozdziale 4.5. pokrótce opisano metodykę, a w zasadzie warunki wykonywania badań emisji spalin w celach homologacji typu pojazdów osobowych. Autor wskazał tutaj, że badania wykonuje się dla temperatury otoczenia 23°C, temperatury otoczenia 14°C przy tzw. zimnym rozruchu. W mojej opinii brakuje tutaj informacji, wyjaśnienia dlaczego badania wykonuje się zgodnie z przepisami akurat w takich a nie innych warunkach. Ponadto Autor bardzo lakonicznie, w jednym zdaniu, odnosi się do zastosowania dodatkowych pomiarów przy jak to określa „ciepłym rozruchu”. Bardzo proszę o szczegółowe wyjaśnienie, uzasadnienie wybranych warunków testów, ich praktyczne znaczenie i określenie jaki potencjalny wpływ będą one wywierać na wyniki badań.
- c) W rozprawie Doktorant często posługuje się pojęciami: pomiar ciągły spalin rozcieńczonych oraz spalin rozcieńczonych z worków pomiarowych BAG (str. 51¹⁵). Jaka jest różnica pomiędzy tymi dwoma sposobami/metodami pomiarów i w których testowanych systemach zostały one użyte? Jaki może być wpływ tych dwóch sposobów pomiarów na wyniki otrzymanych badań? Proszę o wyjaśnienie tej kwestii ponieważ w rozprawie nie zostało to jasno określone.
- d) Rozdział 5.2. w całości poświęcony jest wynikom badań i ich analizie. W mojej ocenie, o ile analiza statystyczna została przeprowadzona dość szczegółowo, to brakuje analiz merytorycznych i dyskusji wyników w kontekście ich znaczenia praktycznego i przyczyn występowania różnic we wskazaniach systemów pomiarowych. Poproszę Autora o komentarz w tej kwestii.

W tekście rozprawy znajdują się także pomniejsze usterki, np.:

- str. 12₆ – w tekście Autor wskazuje trzy klasy stosunku mocy znamionowej i masy pojazdu dla testów emisji spalin i opisuje klasę 3.2. Jakie są pozostałe klasy i jak się je różnicuje?,
- str. 13¹² – jest „...pojazdu wprowadzony...” powinno być „pojazdu wprowadzanego”,
- str. 21₉ – „...Stanach Zjednoczonych Ameryki...”, powinno być „...Stanów Zjednoczonych Ameryki...”,
- str. 22 – na rysunku 2.8 pojawia się literówka w opisie osi pionowej. Mam wrażenie, że rysunek ten przedstawia to samo co rysunek 2.3, stąd nasuwa się pytanie czy jest on potrzebny w tym miejscu?,
- str. 23¹³ – „...obracające się koło rozdrabniające (tzw. rozdrabniacz światła)...”, niepoprawna, niefachowa terminologia,
- str. 24₃ – „...po częściowe reakcji (1)...” i dalej „... w stan podstawowy (3) ...” zastosowano błędne oznaczenia równań, powinno być odpowiednio (2.1) oraz (2.3),
- str. 25 – Brak objaśnienia dla symbolu *M* w równaniu (2.4),
- str. 25⁹ – „...ozonu ozonu...” – powtórzenie,
- str. 32 – na rysunku 2.19. zamiast „rozdrabniacz” nie powinno być „przerywacz”?,
- str. 37⁴ – co Autor rozumie pod hasłem „...opracowanie optymalnej metodyki badań...”? Czy przyjęto jakieś kryteria szczególne dla wyboru optimum?,

- str. 47₅ – w tekście występuje stwierdzenie, że systemy mobilne „...wykorzystują pomiar ciągły spalin nierozcieńczonych”. Jest to niezgodne z informacjami zawartymi w tabeli 4.5 - wskazano pomiar spali rozcieńczonych. Które ze stwierdzeń jest więc prawidłowe?,
- str. 54 – ostatni akapit na tej stronie jest powtórzeniem przedostatniego akapitu,
- str. 58₁₄₋₁₅ – „...w temperaturze 21°C, wynikającej z przepisów.” – w mojej ocenie sformułowanie to jest nieprecyzyjne. Należałoby powołać się tu na konkretne przepisy lub zastosować chociaż odnośniki do literatury.,
- str. 80₈ – „... emisja drogowa z systemu PEMS B...”, nieprecyzyjne określenie, raczej emisja drogowa zmierzona za pomocą systemu PEMS B,
- str. 84₁ – „... cechowała maksymalna niepewność pomiarowa ...” – chyba raczej największa?,
- str. 85⁶ – „... charakteryzują się dużymi prędkościami...” – nieprecyzyjne, bardzo ogólne sformułowanie,
- str. 98₃ – „... natężenia liczby wyznaczone...” – powinno być „wartości natężenia liczby drogowej emisji cząstek stałych”,
- str. 135¹⁰ – „...zużywa około 20% globalnego zapotrzebowania na energię...” – błąd logiczny.

Autor, niestety nie ustrzegł się również nieprecyzyjnych, nienaukowych sformułowań typu: „...określonego z góry czasu pomiaru.” (str. 27⁶), „...charakteryzuje się wysokim poziomem selektywności...” (str. 32₁₂), „...o wysokiej stabilności...” (str. 32₉), „... która nabiera swojego ładunku...” (str. 35²), „...rozpoczęciem jakichkolwiek badań...” (str. 41₆), „...badań jakie robi się...” (str. 49₂₁), „...charakteryzują się wysoką zbieżnością...” (str. 54₆), „...jest na podobnym poziomie dla wszystkich systemów.” (str. 60¹²). Ponadto w rozprawie znajdują się sporadyczne literówki, błędy stylistyczne i edytorskie.

Wskazane niedoskonałości nie umniejszają wartości poznawczej, naukowej i merytorycznej rozprawy.

5. PODSUMOWANIE

W przedstawionej do oceny rozprawie doktorskiej zawarto wiele cennych dla dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport wyników badań i analiz weryfikujących działanie mobilnych i laboratoryjnych systemów pomiaru emisji spalin istotnych dla rozwoju niskoemisyjnych, zrównoważonych systemów transportowych, w szczególności pojazdów samochodowych. Należy docenić nie tylko walory poznawcze zaprezentowanego obszernego materiału analityczno-eksperymentalnego będącego wynikiem badań własnych Autora, ale także wymiar praktyczny, aplikacyjny pozyskanych wyników, które stanowią swego rodzaju wytyczne dla dalszego rozwoju efektywnych systemów oceny emisyjności środków transportu.

Zrealizowane postępowanie badawcze opisane w przedmiotowej pracy potwierdza zdobytą wiedzę i umiejętności Doktoranta w zakresie podjętej problematyki. Realizacja kolejnych etapów badań wykazała, że Doktorant:

- poprawnie formułuje problemy badawcze i konsekwentnie dąży do ich realizacji posługując się poprawnymi i adekwatnymi metodami badań,
- zna zagadnienia z obszaru dyscypliny inżynieria lądowa geodezja i transport,
- potrafi dokonać krytycznej analizy wyników i sformułować wnioski na potrzeby dalszych badań i rozwoju zaawansowanych systemów transportowych,

co w moim przekonaniu wskazuje na gotowość doktoranta do podejmowania i prowadzenia prac naukowo-badawczych.

6. WNIOSKI KOŃCOWE

Podsumowując ocenę osiągnięć opisanych w rozprawie doktorskiej mgr inż. Borysa Adamiaka, pt. **„Ocena mobilnych systemów badania emisji spalin w warunkach laboratoryjnych na hamowni podwoziowej”**, stwierdzam, że: **(I)** w rozprawie opisano oryginalną metodykę oraz wyniki badań i analiz wskazujące na skuteczne rozwiązanie problemów badawczych sformułowanych w postaci zadań

szczegółowych oraz realizację założonych celów pracy, **(III)** przeprowadzone postępowanie analityczno-badawcze uwierzytelniło opanowanie przez Kandydata wiedzy i umiejętności obejmujących zagadnienia inżynierii lądowej, geodezji i transportu w obszarze systemów transportowych, **(III)** opracowana metodyka i wyniki badań własnych stanowią oryginalne osiągnięcie doktoranta i stanowią istotny wkład w rozwój skutecznych, dokładnych systemów pomiaru emisji spalin i nieszkodliwych środowiskowo systemów transportowych.

Mając na uwadze powyższe stwierdzam, iż w mojej opinii, rozprawa doktorska mgr. inż. Borysa Adamiaka, pt. „Ocena mobilnych systemów badania emisji spalin w warunkach laboratoryjnych na hamowni podwoziowej” wypełnia wymagania obowiązujących przepisów dotyczących nadawania stopnia naukowego doktora. Wniosuję do Rady Dyscypliny Naukowej inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej o dopuszczenie Pana mgr. inż. Borysa Adamiaka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto, mając na uwadze na uwadze: (1) podjęty i z sukcesem rozwiązany, aktualny, istotny problem naukowy, eksperymentalnie zweryfikowany w rzeczywistych warunkach eksploatacji RDE (Real Driving Emissions) z zastosowaniem mobilnego systemu PEMS (Portable Emission Measurement System) celem oceny skuteczności działania mobilnych systemów pomiarowych emisji spalin, w kontekście prawidłowości wskazań wielkości emisji, szczególnie biorąc pod uwagę różne metody analiz stosowane przez producentów tych systemów; (2) wnikliwą analizę złożonego problemu badawczego oraz merytoryczny zakres pracy, potwierdzony dysertacją poziom warsztatu naukowego, zwłaszcza materiału badawczego, przewyższających wartości powszechnie uznawane i akceptowane; (3) przedstawione, uzyskane, oryginalne wyniki badań naukowych o dużym potencjale poznawczym i aplikacyjnym, z realną perspektywą wykorzystania ich w działaniach regulacyjnych, dotyczących emisji szkodliwych składników spalin; **wniosuję, z poszanowaniem zasad i zwyczajów uznawanych przez Radę Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej, o wyróżnienie przedmiotowej rozprawy doktorskiej.**

Bydgoszcz, 2024-11-04

